衛生除菌水供給装置「サニーボーイ」

井上　正喜（いのうえ　まさき）　　垣内　弘行（かきうち　ひろゆき）　　武藤　健二（むとう　けんじ）

1　まえがき

近年，食品分野において腸管出血性大腸菌（O-157），サルモネラ菌などによる食中毒の被害が増加し，食品の生産,加工，流通現場などでは，HACCP（危害分析重要管理点）の導入などによる食品の安全管理と安全確保への取組みがなされている。しかしながら，一方でさまざまな薬物による衛生管理は，環境汚染や耐性菌の出現などが懸念されており，水道水に食塩などの電解助剤を微量に添加した水溶液を電気分解することによって得られる，簡単で安全かつ安価に衛生管理が可能な，除菌効果のある電解水が注目を集めている。

電解水は医療，農業，酪農などの分野でもさまざまな取組みがなされており，多岐にわたる研究成果や現場での効果が報告されている。

そこで，スーパーマーケットなどの食品加工場所で衛生管理に活用することを狙いとして，電解水を生成する衛生除菌水供給装置「サニーボーイ」を開発したので以下に紹介する。

2　特　徴

サニーボーイの外観を**図１**に示す。

サニーボーイは，設置性の容易さと環境にやさしい製品をコンセプトとして開発しており，以下の特徴を持っている。

(1)　電解水を簡単に生成し，手軽に利用できるオールインワン構造とした。

水道水に食塩を微量に添加した水溶液から除菌水をつくる生成ユニットをはじめとし，食塩水貯溜用タンク，電解水タンク，電解水吐水用ポンプという主要部品を一つの筐体（きょうたい）内にまとめ，現地で水道水を供給する蛇口と電源（AC100 V）さえあればどこででも手軽に設置，利用できる構造としている。

(2)　低濃度次亜塩素酸ナトリウムを生成し，また活性度が高く十分な除菌力を持つ。

図１　サニーボーイの外観

表１　除菌効果試験結果

試験菌	初発菌数	30秒後の菌数
大　腸　菌	9.1×10^{5}	＜10
サルモネラ菌	3.8×10^{6}	＜10
腸炎ビブリオ	2.6×10^{3}	＜10
緑　膿　菌	1.4×10^{5}	＜10
黄色ブドウ球菌	4.0×10^{6}	＜10
セレウス菌	5.4×10^{4}	2.5×10^{4}

(財)北里環境科学センターにて実施

表１にサニーボーイの電解水を使用した除菌効果試験結果を示す（試験水 pH ＝ 8.2，有効塩素濃度＝ 20.5 mg/L）。低濃度であることから安全性が高く，しかも使用後は速やかに分解するために環境にやさしい。

安全性については，動物を使用して 3 種類の確認試験を実施した結果，異常は認められなかった。詳細は**表２**に参考データとして明記する。

(3)　弱アルカリ性であり金属器具や食品をいためにくい。

次亜塩素酸ナトリウムを希釈した弱アルカリ性水溶液と

井上　正喜

新分野商品の開発に従事。現在，三重工場第三設計部担当課長。

垣内　弘行

電解水の開発設計に従事。現在，三重工場第三設計部。

武藤　健二

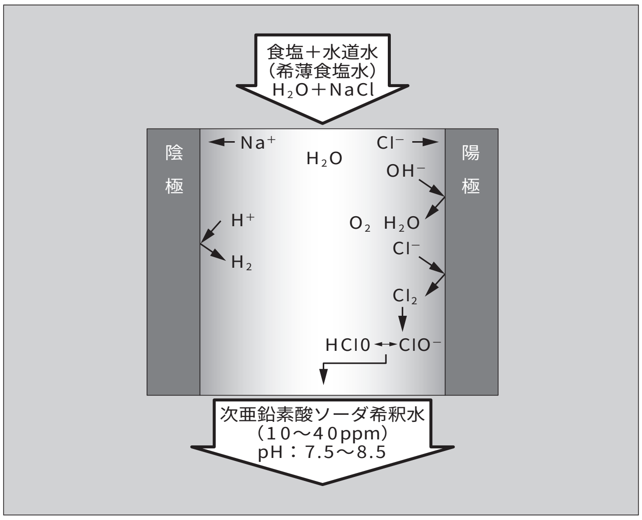
電解水の制御設計に従事。現在，三重工場電子制御部。

表２　確認試験結果（参考データ）

サニーボーイの電解水を用いた安全性試験 （試験水 pH = 8.0～8.2，有効塩素濃度= 20.5 mg/L）
（1） 単回経口投与毒性試験（No.419-1） 雄4週マウスを用い，弱アルカリ性水の単回投与毒性試験を行った。最大量20 mL/kg を経口投与し，14日間観察したが変化はみられず，試験終了後の臓器の肉眼的観察にも異常は認められなかった。
（2） 累積皮膚刺激性試験（No.419-2） 被験物質弱アルカリ性水を Federal Register 法に従って，ウサギの皮膚の擦過皮膚と非擦過皮膚に塗布し4時間作用させた後，生理食塩水で拭き取った。これを5日間連続して行い皮膚に対する刺激を検討した結果，1～5日間まで被験物質を塗布した皮膚に全例で変化が認められなかった。
（3） 眼粘膜一次刺激試験（No.419-3） 被験物質弱アルカリ性水を Draize 法に従って，ウサギ（3群，3羽/群）の眼に点眼し，20秒または40秒後に約30℃の注射用生理食塩水約50 mL で洗眼し，残りの1群は点眼後洗眼せず放置した。その後，7日目まで肉眼的観察を行い，Draize 法に従って評価した。その結果，被験物質（弱アルカリ性水）を点眼したウサギの非洗眼，20秒または40秒後洗眼のいずれの群も何ら変化が認められなかった。

(財)北里研究所バイオイアトリックセンターにて実施

図２　電解原理



同等の電解水であることから，調理器具や調理場環境の除菌，消臭に加え，食品の除菌，洗浄として必要なときに容易に生成し活用できる。

(4)　悪臭やぬめりの除去効果がある。

スーパーマーケットの鮮魚・野菜調理場や，施設内給食調理場において，床や排水溝への散水を行うと１週間程度で調理場独特の匂いやぬめりがなくなったとの評価を得ている。

(5)　無隔膜方式電解槽を採用している。

陽極と陰極間に隔膜を用いない方式を採用することにより低消費電力を実現し，また，すべての電解水を衛生管理に活用でき，捨て水がない。

図２に電解原理を示す。

3　仕　様

サニーボーイの仕様を**表３**に示す。

表３　サニーボーイの仕様

種類		衛生除菌水供給装置	
形式		FSB-502	
製品寸法		幅500 mm×奥行600 mm×高さ830 mm（レベリング最小時）	
製品質量（乾燥状態）		55 kg	
稼動時質量（使用状態）		最大110 kg	
運転状態		常時連続通電	
外装		ステンレス鋼板	
電気定格	電源	単相 AC100 V	
	周波数	50 Hz	60 Hz
	最大消費電力	135 W	140 W
機能水散水方式		タンク内水をポンプで加圧吐水	
使用食塩		食塩〔日本たばこ産業(株)製純度99%以上〕	
食塩水タンク容量		5 L	
機能水タンク容量		50 L	
設置環境	使用場所	屋内設置	
	使用温度	5～35 ℃	
	使用水温度	5～30 ℃	
	使用湿度	RH85%以下	
	使用水	水道水または水道法六法水質基準に関する省令（平成4.12.21厚令69）に適合した水，あるいは，上水水質基準適合の水	
	使用給水圧	0.1～0.75 MPa	
生成性能	機能水水質	弱アルカリ水：pH7.5～8.5 有効次亜塩素濃度：10～40 mg/L （水質により上記数値より外れる場合がある。）	
	生成量	3.5 L/分	
	吐水量	最大6.5 L/分	
	性能保持機能	2日間の使用量が50 L 以下の場合，使用中止になる。	
付属品		給水ホース〔2 m，φ12（内径）〕　かくはんボール（2個）　電源プラグ（100 V用）　吐水ホース〔5 m，φ15（内径）〕　排水ホース（35 cm）　給水口ニップル（φ12内径）　ホースバンド（3個）　吐水ノズル　XTTB2 4×8（4個）　食塩水作成用タンク（1個，5 L）　試験紙セット　取扱説明書	
オプション		ブザー　フットスイッチ	

4　製品概要

4.1　使いやすいオールインワン構造

サニーボーイの内部構造を**図３**に示す。

構成部は，①減圧弁（ストレーナ・逆止弁付き），②水入口電磁弁，③生成ユニット（a 電解電磁弁，b 流量調整弁，c 中空系フィルタ，d 電解槽，e 食塩水ポンプ，f 電解制御部，g スイッチ組立），④電解水タンク，⑤フロートスイッチ，⑥吐水ポンプ，⑦ノズル，⑧食塩水タンク，⑨メイン制御部，⑩押しボタン，⑪表示パネルである。

基本動作は次のとおりである。

電解水を使用する場合には扉表面にある押しボタンを押すとメイン制御部はその信号を受けて吐水ポンプを駆動させる。吐水部先端には止水，流量調整機能付きのノズルを

用いることで，用途に応じて必要な場合に所定量の電解水を吐水でき，終了したら再度押しボタンを押してポンプ駆動を停止させる。

スーパーマーケットなどの食品加工場所で衛生管理に活用する場合，利用者は食材の調理や機器洗浄包装作業などに忙しいことが想定され，しかも，なかにはゴム手袋をして作業している場合もある。そのために手間のかかることや細かな操作は現実的には困難である。そこで，サニーボーイでは押しボタンを押し，ノズルを必要な場所へ向けて握るという非常に簡単な操作，すなわち蛇口から水道水を出している感覚で電解水を使用できる方式とした。

これは次の動作を行っているためである。

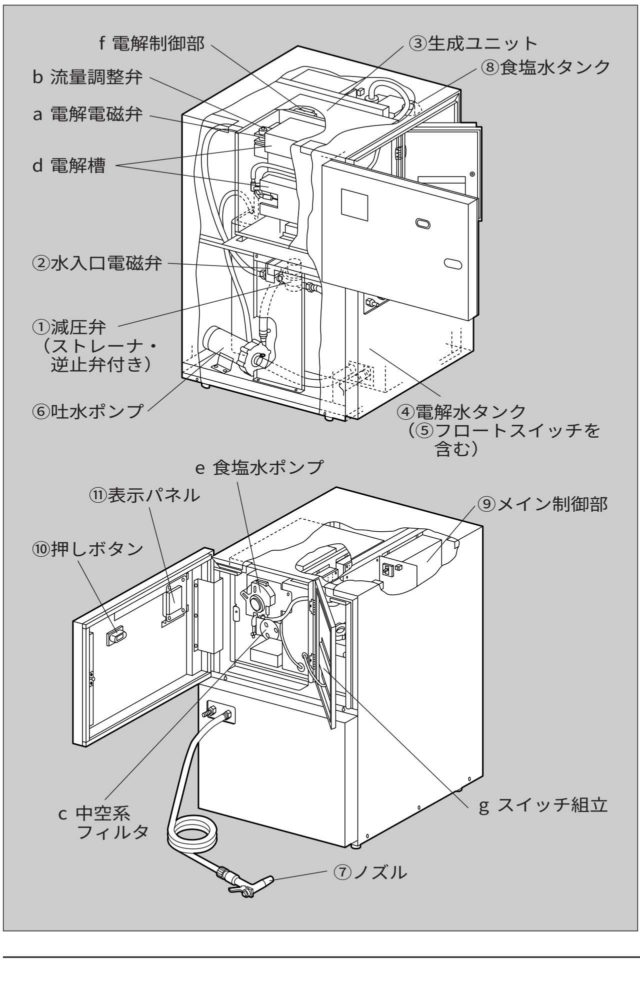
(1)　サニーボーイ内部でメイン制御部が電解水タンク内の水位を常に監視し，貯水量が所定量以下であれば生成ユニットに生成開始信号を送ると同時に水入口電磁弁を開口する。

(2)　生成開始信号を受けた生成ユニット内の電解制御部は，初期電解性能の安定化を図るために，通水より数秒先に電解を開始すると同時に食塩水ポンプを駆動し，20％質量濃度の食塩水を供給する。

(3)　電解電磁弁を開口し通水する。

(4)　メイン制御部は常に電解水タンクの水位を監視しており，規定量以上となった時点で電解制御部に対して生成開始信号を停止する。

図３　サニーボーイの内部構造



また，主要部品をオールインワンにしたことにより小スペース設置が可能，設置工事費用が安価，設置後の場所変更やメンテナンスが容易となる。

4.2　低濃度次亜塩素酸ナトリウムの安定供給

サニーボーイの電極には，白金イリジウム（Pt-Ir）を使用している。

サニーボーイは，電解水を電解水タンクにためる方式のため，連続電解が最短でも5分間行われ，使用条件によっては30分以上の場合もある。サニーボーイで使用しているPt-Ir 電極に直流電圧を印加した場合，連続電解を行うと遊離残留塩素濃度が初期値に対して経過時間とともに低下していく傾向があり，**図4**に示す連続電解試験では0.5分後に対して，30分後では平均で4割ほど低下する。

主な原因としては，連続的に電解していると電極表面の触媒作用が低下してくることが挙げられる。**図5**に示すように所定時間電解した後にインタバルをおいて再度電解して遊離残留塩素濃度を比較すると，インタバル時間が長いほど再電解時の特性が高い結果となる。

そこで，サニーボーイでは10分間以上の連続電解の場合，新制御により，連続電解時において**図4**に示すような安定した特性を実現している。

4.3　電解水の性能維持対応

電解水に含まれる遊離残留塩素濃度は，時間経過とともに低下していくために，使用されずに貯留している時間が長いと遊離残留塩素濃度の減少を招き，それに伴う除菌効果が薄れてくる。そこで，安定した除菌効果の確保のため

図４　電解方式別特性

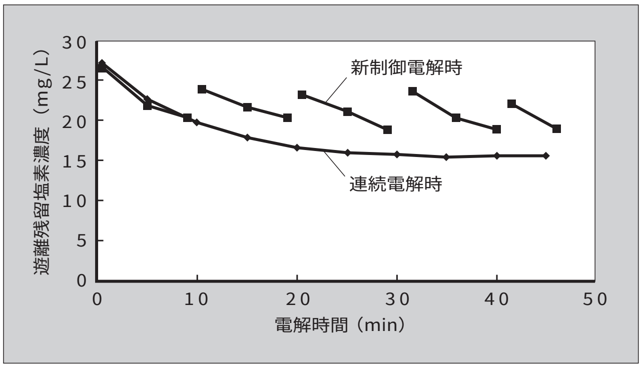


図５　インタバル時間特性

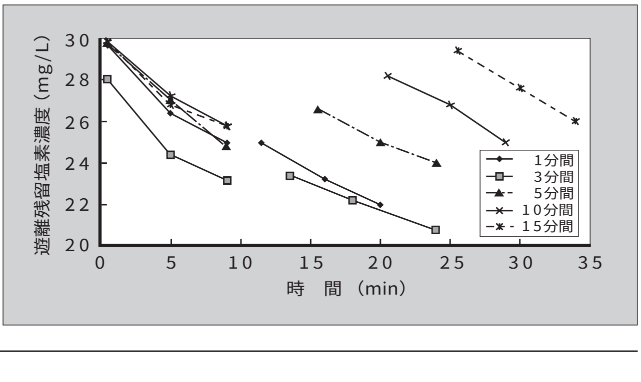
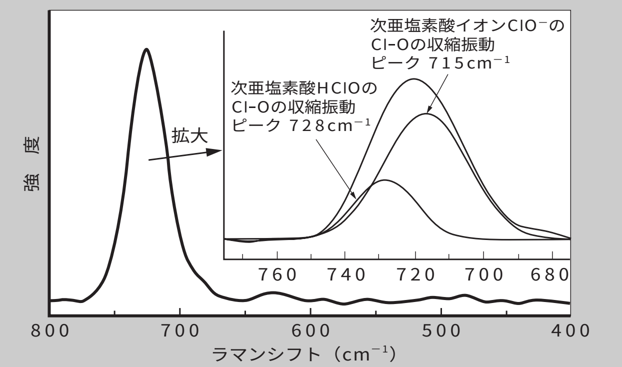


図６　サニーボーイ電解水のラマン分光スペクトル測定結果



（通商産業省工業技術院物質工学工業技術研究所共同研究による取得データ）

表４　衛化第３１号に指定する性状，確認試験項目

項　目	適合基準	水道水	電解水	次亜塩素酸ナトリウム
色	無～淡緑黄色	無色透明	無色透明	淡緑黄色
臭　気	塩素臭あり	塩素臭なし	塩素臭あり	塩素臭あり
ナトリウム塩の反応	黄色	黄色	黄色	黄色
次亜塩素酸塩の反応（塩素ガス発生）	発生あり	発生なし	発生あり	発生あり
２９１～２９４ nm の極大吸収部の確認	極大吸収部あり	極大吸収部なし	極大吸収部あり	極大吸収部あり
リトマス試験紙（赤リトマス紙）	青変色 退色	青変色のみ	青変色 退色	青変色 退色
pH 値	7.5以上	7.2	7.6	9.6～9.9
有効塩素量＊	──	0.2 mg/L	33 mg/L	100～150 mg/L

＊ 性状，確認試験外の項目，参考値として記載
　北化学発１１２０-１号　平成１１年9月２２日〔(財)北里環境科学センター〕

に電解水の補充流量と経過時間をカウントし，２日で 50 L 以下の使用量の場合には，排水を促す方式とした。

4.4　電解水の主成分分析

電解水の除菌効果を示す成分としては，塩素，次亜塩素酸，次亜塩素酸ナトリウムであることが知られているが，このなかで厚生省で食品添加物として認可されているのは，次亜塩素酸ナトリウム（次亜塩素酸ソーダ）のみである。

サニーボーイで生成した電解水の主成分を分析した結果を以下に述べる。分析はラマン分光分析法を用いて行った。

ラマン分光分析では，残留塩素成分中の次亜塩素酸（HClO），次亜塩素酸ナトリウム（NaClO ：水中では Na^+ と ClO^- に分離），塩素（Cl_2）はそれぞれ 728 cm^{-1}，715 cm^{-1}，540 cm^{-1} にその存在を示すピークが出現する[(1)]。

図６に示すラマン分光スペクトル測定結果は，通商産業省工業技術院物質工学工業技術研究所との共同研究により取得した結果である。

ラマン分光スペクトルピークのある 720 cm^{-1} 付近を拡大したものを**図６**中の右上に示す。このピークは次亜塩素酸と次亜塩素酸ナトリウムが示すピークが非常に近いために重なって見えるが，これをそれぞれに成分分離すると**図６**中の右上のように各成分別のピークに分けることができ，この解析結果から，サニーボーイの電解水の主成分が食品添加物である次亜塩素酸ナトリウムであることが分かる。

また，この電解水について，「いわゆる電解水の取扱いについて」（衛化第31号平成11年６月25日：厚生省生活衛生局食品化学課長）に指定する確認試験を行い，食品添加物などの規格基準を定める次亜塩素酸ナトリウムの希釈液と同等であることを確認したのでその結果を**表４**に示す。

5　あとがき

電解水は，さまざまな業種，場面で活用が期待され，企業，研究機関などで実験，検証が行われている。

富士電機では，三重大学生物資源学部との魚類・野菜の鮮度保持効果についての共同研究など，今後とも基礎研究から活用分野の模索，開拓，拡大を図るとともに，顧客要求にあった新しい電解水生成装置の開発に注力していく所存である。

最後に，本開発に際し，終始ご指導，ご援助をいただいた関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

(1)　Arata，Y. et al.：Spectroscopic Characterization and the pH Dependence of Bactericidal Activity of the Aqueous Chlorine Solution.　Analytical Sciences. Vol.14，p.691-697（1998）

e-Front runners

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
　商標または登録商標である場合があります。